

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

на материалы ИПО "Память", связанные с проектом Катунской ГЭС (объем материалов - 47 стр., датированы февралем 1987 г.)

Материалы весьма разнообразны по тематике и обсуждаемым вопросам. Настоящее заключение дается лишь по непосредственно энергетическим вопросам, входящим в компетенцию СЭИ.

I. Материал "О ведомственных методах преобразования природы" (стр. 8-18) написан полемически, тенденциозно (против ГЭС) и неграмотно в энергетическом отношении.

Тенденциозность проявляется в том, что многие отрицательные факты и явления, имевшие место в прошлом, авторы пытаются "увязать" со строительством Катунской ГЭС. Кроме того, авторы "забывают", что, если не строить эту ГЭС, то нужно строить какие-то другие электростанции, которые также наносят ущерб природной среде. Так, ГЭС на кузнецких или канскоачинских углях дают выбросы вредных веществ в атмосферу, требуют сооружения разрезов для добычи угля и золоотвалов; атомные электростанции приносят опасности другого рода и т.д. Даже солнечные и ветровые электростанции, которые выставляются как альтернатива Катунской ГЭС, не являются совершенно "чистыми" в экологическом отношении.

Энергетическая неграмотность состоит в огульном отрицании строительства Катунской ГЭС и в рассуждениях о гелио- и ветроэнергетике. Рассмотрим это подробнее.

Главный экологический ущерб, который приносит сооружение гидроэлектростанций - это большие затопления земель при образовании водохранилищ. Остальные отрицательные последствия либо устранимы, либо значительно менее существенны. В отношении за-

зопления земель Катунская ГЭС (вместе с ее контррегулятором Чемальской ГЭС, является одной из наиболее эффективных. Для сравнения в табл. I приведены данные о размерах затоплений на единицу мощности и выработки электроэнергии для ряда ГЭС.

Можно видеть, что по удельным затоплениям Катунская ГЭС в несколько раз лучше Красноярской, Саяно-Шушенской и Днепровской ГЭС и в десятки раз лучше Братской и Волжской ГЭС. Лишь Нурекская ГЭС имеет еще более благоприятное водохранилище. При этом нужно еще учитывать и качество затопляемых земель.

Даже тепловые электростанции на угле, также показанные в таблице, с учетом угольных разрезов и золоотвалов имеют сопоставимые с Катунской ГЭС размеры использования земли.

Если же обратиться к солнечным и ветровым электростанциям, то картина прямо-таки получится удручающей. Удельное использование земли солнечными электростанциями (с учетом широты местности и достигнутого КПД преобразования солнечной энергии в электрическую - около 10%) практически совпадает с удельными затоплениями Катунской ГЭС. Следовательно для получения такой же мощности и энергии необходимо покрыть зеркалами (гелиостатами) или фотоэлементами территорию, равную площади водохранилища Катунской ГЭС!

Концентрация ветровой энергии на поверхности Земли еще меньше, чем солнечной. При ее "сборе" ветроустановки нужно устанавливать на расстоянии друг от друга, равном примерно тридцати диаметрам ветроколеса (например, при мощности ветроустановки 1000 квт диаметр ее колеса равен 100 м, а расстояние между водоустановками - 3 км). Удельная территория, занимаемая ветроустановками, получается при этом на 2-3 порядка больше, чем удельное затопление водохранилища Катунской ГЭС.

Даже площадь непосредственно под самими ветроустановками оказывается в 2 раза больше.

Как при этом можно говорить об экономической "чистоте" гелио- и ветроэнергетики по сравнению с Катунской ГЭС?!

2. Рассмотрим теперь вопрос об экономичности солнечных и ветровых электростанций, предложения о строительстве которых выдвигаются не только в упомянутом выше, но и в других материалах ИПО "Память".

Исследования, проведенные (с учетом зарубежного опыта) во многих организациях страны, в том числе в СЭИ, показали, что на территориях, централизованно снабжаемых электроэнергией от электроэнергетических систем, солнечные и ветровые электростанции неконкурентоспособны. С одной стороны, они имеют высокие удельные капиталовложения и, с другой стороны, требуют дублирования своей мощности или применения накопителей энергии.

Солнечные электростанции башенного типа, использующие паротурбинные установки, могут быть построены с удельными капиталовложениями 2-3 тыс.руб./квт, причем заметного удешевления их в перспективе ожидать не приходится. Электростанции, основанные на фотоэлементах (с прямым преобразованием солнечной энергии в электрическую), в настоящее время еще в несколько раз дороже, но у них возможно многократное уменьшение стоимости. Однако пока нельзя указать срок, к которому стоимость фотоэлементов снизится настолько, чтобы сделать солнечные электростанции конкурентоспособными с традиционными.

Ветровые электрические установки мощностью порядка 1000 квт будут иметь удельные капиталовложения 500-800 руб./квт. С учетом аккумуляирования энергии эта стоимость как и стоимость солнечных электростанций возрастет в 2-3 раза. Наиболее дешевым

крупномасштабным накопителем энергии в настоящее время являются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Их удельная стоимость зависит от местных условий, но примерно она такая же, как у Катунской ГЭС. Следовательно при использовании аккумулирования энергии ветровые (и солнечные) электростанции будут явно дороже Катунской ГЭС, удельные капиталовложения в которую составляют 340-380 руб./квт.

Если же солнечные и ветровые электростанции применять без аккумулирования энергии, то они будут давать лишь экономию топлива, а для обеспечения баланса мощностей энергосистемы потребуются сооружать другие электростанции (ту же Катунскую ГЭС или какие-нибудь еще). Иными словами, без аккумулирования энергии солнечные и ветровые электростанции вообще не могут представлять собой альтернативу Катунской ГЭС.

Кстати, так называемые "малые ГЭС" (мощностью до 30 тыс. квт) также не могут составить конкуренцию Катунской ГЭС в районах централизованного электроснабжения, так как их удельные капиталовложения будут в несколько раз больше (составлять 1-2 тыс.руб./квт и более). Это - естественные следствие концентрации производства, при которой снижаются удельные стоимостные показатели.

Таким образом, предложения о строительстве солнечных и ветровых электростанций, а также малых ГЭС вместо Катунской ГЭС которая сама является возобновляемым источником энергии можно объяснить лишь недостаточным знанием технико-экономических особенностей этих электростанций. Они могут оказаться экономичными лишь в отдельных случаях для электроснабжения потребителей, расположенных в отдаленных местах с дорогим топливом и допускающих как правило перерывы питания. Но при этом они должны рассматриваться как дополнение к Катунской ГЭС (и централизованному

электроснабжению вообще), а не как альтернатива ей.

3. Значительный интерес (возможно только кажущийся) представляет материал "О новых технологиях в энергетике" (стр.24-33). Фактически в нем рассматривается широкий спектр новых технологий, включая менее энергоемкие технологии в металлургии, химической промышленности, криогенной технике, технике высоких и сверхвысоких давлений.

Специалисты СЭИ смогли компетентно оценить лишь одну из рассматриваемых технологий - парогазотурбинную установку (ПГТЭ), предложенную проф.П.Г.Полетавкиным. Этой установке в материалах ИПО "Память" придается очень большое значение и она будет специально рассмотрена в следующем пункте.

По остальным технологиям необходимо заключение специалистов в соответствующих отраслях техники. Однако, можно предположить, что эти технологии известны специалистам и их применение сдерживается теми или иными объективными обстоятельствами, либо же они вообще не имеют тех больших преимуществ, которые приписываются им авторами из ИПО "Память", как это сделано в отношении ПГТУ П.Г.Полетавкина.

Отметим лишь некоторые моменты в части новой криогенной техники и подземной газификации угля.

Говоря о новой криогенной технике, авторы материалов не указывают, какую именно технику они имеют в виду. В связи с этим, вызывает очень большие сомнения возможности **снижения** энергозатрат при производстве кислорода и водорода в 10-20 раз и материалоемкости в 30-40 раз. Кроме того не ясно, каким образом можно использовать криогенную технику для производства водорода (кислород можно получить при охлаждении воздуха до температуры его сжижения). Если бы авторы материала оказались правы, то в энергетике действительно могли бы произойти революционизирующие сдви-

ги (использования водорода как топлива, применение кислорода для интенсификации горения и устранения окислов азота и др.).

Далее, авторы явно преувеличивают достоинства подземной газификации угля. Отвлекаясь от экономичности этой технологии, которая пока еще недостаточно проработана, нужно отметить серьезные экологические ее недостатки. К ним относятся загрязнение грунтовых вод, возможные неконтролируемые выходы газа на поверхность земли, возможные провалы почвы вследствие образующихся подземных пустот и др. Поэтому для месторождений угля, расположенных на небольшой глубине и разрабатываемых сейчас открытым способом, подземная газификация, как правило, неприменима. В будущем, когда потребуются разработка глубоких и более дорогих месторождений, подземная газификация возможно окажется целесообразной.

4. По поводу эффективности парогазотурбинных двигателей.

Следует отметить, что действительно парогазовые установки (ПГУ), работающие по комбинированным термодинамическим циклам являются наиболее перспективными типовыми теплоэнергетическими установок. В нашей стране эксплуатируется несколько таких установок (на Невинномысской ТЭЦ, Молдавской ГРЭС, ТЭЦ г. Ленинграда). Работы по созданию новых ПГУ работающих как на газе, так и на твердом топливе ведутся в НПО ЦКТИ, ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского и в ряде других организациях (проектируется ПГУ мощностью 800 МВт на газе и ПГУ мощностью 250 МВт с внутрицикловой газификацией угля).

Однако следует отметить отставание нашей страны в части внедрения этих установок от развитых кап. стран где мощность ПГУ в основном выполняемых со сбросом отработавшего газа из турбин в котел-утилизатор составляет несколько десятков МЛН.кВт.

В первую очередь это связано с отставанием нашего газотурбостроения, которое много лет не может освоить выпуск газовых турбин большой мощности с достаточно высокой ($990-1100^{\circ}\text{C}$) температурой газа перед турбинами (для создания таких турбин нужны специальные жаропрочные стали и особые технологии изготовления рабочих и сопловых лопаток, роторов и других элементов турбин).

Следует отметить, что практически все ПГУ о которых шла речь выше выполнены без изменения рабочих тел газотурбинного (продуктов сгорания) и паротурбинного (водяного пара) циклов.

Наряду с такими ПГУ были предложены и ПГУ со смешением рабочих тел. Наиболее известной ПГУ такого типа является ПГУ С.А.Христиановича с подачей отработавшего в паровой турбине пара в камеру сгорания газовой турбины, такого же типа была и созданная в начале нашего века первая ПГУ инж.Кузьминского.

ПГУ предложенные профессором П.Г.Полетавкиным так же являются простейшими типом ПГУ со смешением рабочих тел, в которых впрыск воды осуществляется между ступенями воздушного компрессора. В остальной схеме этих ПГУ полностью соответствуют различным схемам ГТУ (простейшей, с двухступенчатым подводом тепла, с регенерацией и т.д.).

По поводу газотурбинных установок (ПГУ), рекламируемых ИПО "Память".

1. Ссылка на предложения П.Г.Полетавкина некорректна; таких показателей по к.п.д., удельной металлоемкости, удельной стоимости в его книге "Парогазотурбинные установки", М., Наука, 1980 г. - нет. Приводятся более скромные данные:

а) удельная стоимость - в 1,5 раза ниже, чем для КЭС с ПТУ (что соответствует показателям обычного ГТУ);

б) удельная масса - в 2 раза ниже, чем для КЭС с ПТУ (на газе), и выше, чем металлоемкость современных ГТУ (что обусловлено более высоким давлением в ПТУ);

в) к.п.д. при высоких параметрах ($T \approx 1400^\circ\text{C}$) и сложной схеме не превышает 70%.

2. Предлагаемые П.Г.Полетавкиным ПТУ высокого давления (только здесь может быть получен эффект от уменьшения работы сжатия в компрессоре) не будут обладать маневренностью, т.к. большие толщины корпусов и трубопроводов потребуют поддержания температур (в нагрузки), невозможен будет и быстрый запуск.

3. Экологически ПТУ, ГТУ и обычные ГЭС на одинаковом сопле равноценны (или могут быть сделаны таковыми).

4. Высокие показатели тепловой экономичности, приведенные в книге Полетавкина, получены при весьма приближенном расчете установки, когда не учитывались в достаточной мере гидравлические потери в регенераторе, трубопроводах и т.п., не учитывались расходы воздуха на охлаждение проточной части (и вообще не учитывалось снижение кпд турбины при высоких начальных температурах из-за необходимости охлаждения сопловых и рабочих лопаток). Суммарное завышение кпд установки при этом можно оценить в 10-15% абсолютных.

5. С нашей точки зрения расчет компрессора с впрыском воды в книге Полетавкина выполнен неверно. При этом занижается работа компрессора и соответственно, завышается кпд ПТУ.

Вывод. Материалы, опубликованные П.Г.Полетавкиным, не дают оснований считать, что ПТУ обладают преимуществами перед другими комбинированными установками с газовыми турбинами. Соответственно, нет оснований считать, что внедрение этих установок вызовет какую-то революцию в энергоснабжении.

Кроме того, нужно учитывать условия топливоснабжения электростанций в перспективе. Сжигание жидкого топлива на электростанциях будет практически прекращено. Газ будет выделяться в ограниченных размерах, и доля электростанций на газе, составляющая сейчас 30-35%, будет снижаться. Паргазовые же установки на угле пока еще не разработаны (и будут достаточно дороги из-за оборудования по газификации угля).

5. Включенное в материалы "Заключение на проект Катунской ГЭС с контррегулятором (энергоэкономические разделы", составленное к.т.н. Е.М.Подольским (стр.37-42) является наиболее грамотным в энергетическом отношении материалом, хотя, как и остальные материалы, имеет полемический и тенденциозный характер.

В объединенной электроэнергетической системе (ОЭЭС Сибири действительно имеется избыток пиковых мощностей ГЭС, которые в настоящее время недоиспользуются. Однако после строительства (к 1995-2000 гг) электропередач переменного тока 1150 кв Сибирь-Сев.Казахстан - Урал-Центр и постоянного тока 1500 кв Экибастуз-Центр эти мощности ГЭС начнут использоваться для покрытия переменной части нагрузок ОЭЭС Урала и Центра. При этом появится возможность дальнейшего развития пиковых мощностей В ОЭЭС Сибири либо за счет ввода агрегатов вторых очередей Красноярской, Усть-Илимской, Богучанской ГЭС, либо за счет строительства новых ГЭС (в.т.ч. и Катунской). Расчеты, выполненные в проекте Катунской ГЭС, показали, что ее строительство более эффективно, чем вводы вторых очередей действующих и строящихся сейчас ГЭС. Объясняется это тем, что агрегаты вторых очередей практически не увеличивают выработку энергии ГЭС, а Катунская ГЭС (вместе с Чемальской) будет вырабатывать в среднем 7,7 млрд.квт.ч. в год.

Поэтому наличие сейчас недоиспользуемых пиковых мощностей на ГЭС Ангаро-Енисейского каскада не исключает, само по себе,

возможность (целесообразность) строительства к 2000 г. новых пиковых ГЭС в ОЭЭС Сибири.

Вместе с тем, кажется справедливым замечание Е.М.Подольского о том, что энерго-экономическое обоснование Катунской ГЭС сделано Гидропроектом не вполне строго. Представляется надуманным (искусственным) размещение альтернативной пиковой гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС) на Урале. Пиковая нагрузка на Урале до 2020 г., а возможно и дольше, будет покрываться ГЭС Ангаро-Енисейского каскада, поэтому строительство ГАЭС на Урале не намечается.

В связи с этим, в мае с.г. Гидропроекту предложено проработать два ~~данных~~ альтернативных варианта, в сопоставлении с которыми определять энергоэкономическую эффективность Катунской ГЭС:

1) заменяемыми электростанциями считать ГРЭС КАТЭКа (в базисной части) и ГАЭС в ОЭЭС Центра (в пиковой части); при этом увеличиваются затраты в линии электропередач от Катунской ГЭС;

2) вариант использования мощности в энергии Катунской ГЭС только в ОЭЭС Сибири (без передачи пиковой мощности в европейские районы); при этом отпадает заменяемая ГАЭС (и уменьшится использование мощности Катунской ГЭС), но отпадает также необходимость сооружения дальних передач от ГЭС.

Если в этих двух вариантах Катунская ГЭС окажется экономически эффективной, то строительство ее будет явно целесообразным.

Следует сделать еще одно замечание по заключению Е.М.Подольского. Он критикует переброску воды в р.Карасук, исходя из результатов экспертизы 1983 г. Насколько нам известно, проект переброски был после этого переработан и повторная экспертиза

его одобрила. В связи с этим, эффект от удешевления этой переброски при строительстве Катунской ГЭС необходимо учитывать.

6. Несколько слов по поводу выступления д.э.н.М.Я.Лемешева (стр.42-44). Представляется, что он справедливо критикует проекты осуществления всего каскада ГЭС на р.Катунь (эффективными могут быть только Катунская и Чемальская ГЭС, а строительство остальных ГЭС явно нецелесообразно, во всяком случае до 2020 г.) и правильно предлагает срочно провести эколого-экономическую экспертизу проекта. Однако нельзя согласиться с ним в том, что он:

а) возражая против строительства каскада ГЭС, отвергает и строительство Катунской (и Чемальской) ГЭС, дело в том, что эффективность строительства каждой ГЭС должна обосновываться индивидуально (хотя и с учетом возможного повышения эффекта на действующих ГЭС каскада);

б) предлагает, как альтернативу Катунской ГЭС, ветровые, солнечные и дизельные установки (которые, как уже говорилось выше в п.2, могут быть эффективными лишь для отдаленных изолированных потребителей).

7. По решению общественной конференции, прошедшей в Новосибирском академгородке 9 февраля 1987 г. (стр.45-47), можно высказать соображения, которые в значительной мере будут повторять изложенное выше. Поэтому мы не будем останавливаться на этом материале ИПО "Память" и перейдем к общим выводам настоящего заключения.

8. Общие выводы.

В целом материалы ИПО "Память" составлены и подобраны тенденциозно, во многом неквалифицированно и необъективно отражают суть вопросов. По вопросам и положениям, относящимся

к компетенции энергетиков можно сделать следующие выводы:

1. Беспокойство общественности по поводу возможных последствий строительства каскада ГЭС на р.Катуни следует считать естественным и понятным. Можно, по-видимому, приветствовать заинтересованность и активность, проявленные членами ИПО "Память". Нужно ~~отметить~~ ^{отметить}, что мнение общественности о недопустимости гидростроительства на р.Катуни справедливо в отношении всех ГЭС каскада, кроме Катунской (и ее контррегулятора - Чемальской ГЭС).

2. Суждение членов ИПО "Память" о возможных последствиях и неэффективности строительства Катунской ГЭС составлено на основе аналогий с прошлым и поверхностных сведений о технических и природных особенностях самой ГЭС и возможных альтернативных решений. Об этом свидетельствуют приведенные в настоящем заключении пояснения энергетических аспектов проблемы. Поэтому нужна квалифицированная эколого-экономическая (и техническая) экспертиза проекта Катунской ГЭС. Высказывания о необходимости такой экспертизы, содержащиеся в некоторых материалах ИПО "Память" следует считать правильными.

3. Катунская ГЭС многократно лучше построенных ГЭС Ангаро-Енисейского, Волжского и Днепровского каскадов по размерам и качеству затопляемых земель. Ее водохранилище является одним из лучших в стране в этом отношении. Поэтому, сам по себе, факт затопления земель при создании водохранилищ не может служить причиной для отказа от строительства Катунской ГЭС (как и вообще гидростроительства). Каждая ГЭС должна обосновываться индивидуально, исходя из конкретных условий.

4. Ветровые и солнечные электростанции, а также малые ГЭС не могут конкурировать с Катунской ГЭС и рассматриваться как альтернатива ей. Даже в экологическом отношении (по отчуждению земель) они хуже этой ГЭС. Такие электростанции могут оказаться

эффективными в отдаленных районах с дорогим топливом для децентрализованного электроснабжения мелких потребителей.

5. В материалах ИПО "Память" необоснованно завышен возможный эффект парогазотурбинных установок, предложенных П.Г.Полевкиным. Фактическая эффективность этих ПГУ практически не отличается от эффективности других видов парогазовых установок, разрабатываемых в нашей стране, поэтому они не могут оказать заметного влияния на развитие отечественной энергетики. К Катунской ГЭС они вообще не имеют прямого отношения.

6. По другим видам новых технологий, рассматриваемых в одном из материалов ИПО "Память", необходимы заключения специалистов из соответствующих областей. Возможно, следует также попросить членов ИПО "Память" более подробно изложить свои предложения по использованию новых технологий (что они, судя по их утверждениям, готовы сделать).

7. Энерго-экономическое обоснование эффективности Катунской ГЭС действительно нуждается в уточнении. При этом следует дополнительно рассмотреть два альтернативных варианта, указанных выше в п.5 настоящего заключения.

8. Следует иметь в виду очень большую напряженность (и возможную дефицитность) электроэнергетического баланса Сибири и страны в целом в период до 2000-2010 гг. Отказ от строительства Катунской ГЭС приведет к усилению напряженности (к возможному дефициту), в электроснабжении народного хозяйства. Поэтому, нельзя допустить необоснованного отказа от ее строительства и нужно внимательно рассмотреть пути преодоления возможных отрицательных последствий от ее сооружения.

Д.т.н., проф.

Л.С.Беляев

Зав.отделом СЭИ СО АН СССР

*Передана директорам СЭИ СО АН СССР М. Кор. АН СССР Ю.Н. Руденко 8.06.87г.
в рукописном виде, написана д.т.н. проф. Л.С. Беляевым. Дельвин*

Таблица I.

УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАТОПЛЕНИЯ ИЛИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ

№ пп	Наименование электростанции	Площадь на I кВт установленной мощ- ности м ² /кВт	Площадь на I кВт/ч годо- вой выработки м ² / кВт.ч.
1.	Катунская ГЭС (вместе с Чамальской)	55	0,015
2.	Братская ГЭС	1220	0,245
3.	Красноярская ГЭС	330	0,100
4.	Саяно-Шушенская ГЭС	100	0,027
5.	Нурекская ГЭС	36	0,009
6.	Волжская ГЭС им В.И.Ленина	2800	0,640
7.	ДнепроГЭС им В.И.Ленина	270	0,100
8.	ГРЭС на угле (за 30-летний срок службы)	100	0,0015
9.	Солнечные электростанции	50	0,020
10.	Ветровые электростанции в т.ч. под сами установки	10 000 100	4,00 0,040